

(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 827 907 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
11.03.1998 Patentblatt 1998/11

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B64D 11/00, B64D 13/00,  
A62B 7/14

(21) Anmeldenummer: 96114162.9

(22) Anmeldetag: 04.09.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC NL  
PT SE

(72) Erfinder:  
Lang, Stephan, Dipl.-Ing.  
21629 Neu Wulmstorf (DE)

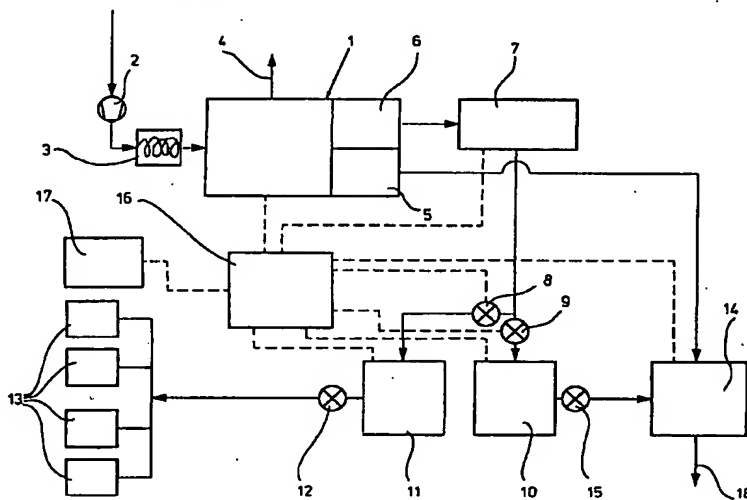
(71) Anmelder:  
Daimler-Benz Aerospace Airbus Gesellschaft  
mit beschränkter Haftung  
21129 Hamburg (DE)

(74) Vertreter:  
Hansmann, Dierk, Dipl.-Ing.  
Patentanwälte  
Hansmann-Klickow-Hansmann  
Jessenstrasse 4  
22767 Hamburg (DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Bereitstellung von Atemgas in Notsauerstoffsystemen

(57) Die Bereitstellung von Atemgas in einem Notsauerstoffsystem für Flugzeuge, die mit einer Druckkabine ausgestattet sind, erfolgt durch ein Gaserzeugungssystem (1), das entweder aus der Umgebungs- oder Triebwerkszapfluft oder aber aus Frischwasser ein mit Sauerstoff angereichertes Gasgemisch sowie zusätzlich praktisch reinen Sauerstoff erzeugt. In einer

Mischeinheit (14) wird aus diesen beiden Gasen ein Atemgas erzeugt, dessen Sauerstoffpartialdruck variabel in Abhängigkeit vom Kabinendruck eingestellt wird und das in einem konstanten Massenstrom über das bordeigene Verteilungsnetz (18) an daran angeschlossene Atemmasken abgegeben wird.



EP 0 827 907 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bereitstellung von Atemgas in Notsauerstoffsystemen für Flugzeuge, insbesondere mit einer Druckkabine ausgestattete Passagierflugzeuge, bei dem über ein bordeigenes Verteilungsnetz sowie daran angeschlossene Atemmasken ein atembares Gasgemisch abgegeben wird. Ferner betrifft sie eine Vorrichtung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens.

Notsauerstoffsysteme dienen in der Luftfahrttechnik dem Zweck, in Flugzeugen, die mit einer Druckkabine ausgestattet sind, im Fall eines plötzlich auftretenden Druckverlustes die Versorgung von Besatzung und Passagieren mit Atemluft über Atemmasken sicherzustellen. Dies geschieht im wesentlichen nach zwei bekannten Verfahren: Entweder es erfolgt eine dezentrale Sauerstofferzeugung und Versorgung mittels Feststoffgeneratoren an den Entnahmestellen, oder es ist eine zentrale Sauerstoffbevorratung in Hochdruckzylindern vorgesehen, wobei die Verteilung zu den einzelnen Verbrauchern über ein Niederdruck-Rohrleitungssystem geschieht und der Sauerstoffdurchsatz sowohl zentral als auch dezentral geregelt werden kann.

Bei beiden bekannten Verfahren wird den Entnahmestellen, d.h. den Atemmasken ein nahezu reines Sauerstoffgas mit einem Sauerstoffgehalt von etwa 99,5 % zugeführt, wobei die Bemessung der zugeführten Sauerstoffmenge in Form einer vom Kabinendruck abhängigen Massendurchsatzregelung vorgenommen wird. In den einzelnen Atemmasken erfolgt dann eine Vermischung mit der Umgebungsluft in der Weise, daß für ein für den Konsumenten nach luftfahrtmedizinischen Erkenntnissen ausreichender Sauerstoffpartialdruck eingehalten wird.

Die Nachteile dieser bekannten Verfahren liegen zum einen in einem vergleichsweise hohen Gefährdungspotential gegenüber Feuer und Explosionen, das durch die Verwendung praktisch reinen Sauerstoffes gegeben ist, und zum anderen in der Erfordernis eines vergleichsweise aufwendigen Regelungssystems für den Sauerstoffdurchsatz, der nach dem herrschenden Kabinendruck, d.h. der Jeweiligen Flughöhe, zu regeln ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben, das im Fall eines auftretenden Druckabfalles in einer Druckkabine Atemluft mit einem für den Konsumenten ausreichenden Sauerstoffpartialdruck bereitstellt, und bei dem das Gefährdungspotential gegenüber Feuer und Explosionen, wie es bei einer Verwendung von praktisch reinem Sauerstoff für derartige Zwecke gegeben ist, auf ein Minimum reduziert ist. Weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens anzugeben.

Die Erfindung löst die erste Aufgabe durch ein Verfahren, bei dem in das Verteilungsnetz ein mit Sauer-

stoff angereichertes Atemgas eingespeist wird, dessen Sauerstoffpartialdruck in Abhängigkeit vom Kabinendruck geregelt und das den Atemmasken in einem konstanten Massenstrom zugeführt wird. Die Lösung der weiteren Aufgabe erfolgt durch eine Vorrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 9. Dadurch, daß gemäß dem Verfahren nach der Erfindung die Sauerstoffkonzentration im bordeigenen Verteilungssystem des Flugzeuges gegenüber den bekannten Verfahren stark herabgesetzt ist, wird eine deutliche Verringerung des Feuer- und Explosionsrisikos erreicht. Ferner kann der Aufbau dieses Verteilungssystems insofern wesentlich vereinfacht werden, als ansonsten vorzusehende Absperrventile, welche für die sogenannte "Engine Burst Protection", d.h. den Schutz dieses Systems vor Leckagen durch herumfliegende Triebwerksfragmente im Falle eines Triebwerksschadens, erforderlich sind, um größere Sauerstoffleckagen zu verhindern, entfallen können bzw. durch vergleichsweise einfache Vorrichtungen zur Leckagebegrenzung ersetzt werden können. Dieses wird dadurch möglich, daß durch die gegenüber den herkömmlichen Verfahren wesentlich geringere Sauerstoffkonzentration das Gefährdungspotential nachhaltig verringert ist, was zugleich zu einer verbesserten Zuverlässigkeit des Systems sowie zu einer Reduzierung der erforderlichen Wartungsarbeiten führt. Der gleiche Vorteil ergibt sich auch aus der Tatsache, daß bei den erfindungsgemäßen Verfahren anstelle einer aufwendigen kabinendruckabhängigen Sauerstoffdurchsatzregelung eine wesentlich einfacher aufgebaute Massenstrombegrenzung vorgesehen ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere für eine Verbindung mit einer oder mehreren Gaserzeugungseinheiten, die ein solches Atemgasgemisch unmittelbar im Flugzeug produzieren.

Eine Vorrichtung, bei der über eine Mischeinheit Druckluft von einem im Flugzeug angeordneten Verdichter abhängig vom anliegenden Luftdruck mit Drucksauerstoff in einem solchen Verhältnis gemischt wird, daß der erforderliche Sauerstoffpartialdruck eingehalten wird, ist im Prinzip aus der DE-AS 1 170 792 bekannt geworden, jedoch dient diese bekannte Vorrichtung ausschließlich dem Zweck, Atemgas für Druckkabinen und Höhenatemgeräte bereitzustellen. Für einen Einsatz in Notsauerstoffversorgungseinrichtungen von Passagierflugzeugen sind derartige Systeme bisher nicht in Erwägung gezogen worden.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die Erzeugung des mit Sauerstoff angereicherten Atemgases im Flugzeug entweder mittels Trennverfahren auf der Basis von Molekularsieben bzw. selektiv arbeitenden Membranen aus der Umgebungs- oder aus Zapfluft vom Triebwerk oder aber mittels Elektrolyse aus mitgeführtem Frischwasser. Dies führt zu einer weiteren Verringerung des Sicherheitsrisikos, da die Bevorratung von Sauerstoff in Hochdruckzylindern entfallen kann. Ferner verringert sich durch diese Maßnahme der War-

tungsaufwand, während zugleich die zur Verfügung stehenden Versorgungszeiten wesentlich verlängert werden.

Um auch während der Anlaufphase einer solchen Gaserzeugungseinrichtung nach einem plötzlichen Druckabfall in der Kabine eine ausreichende Sauerstoffversorgung zu gewährleisten und den in der ersten Phase eines Flugzeug-Notabstieges auftretenden Spitzenbedarf an Sauerstoff abzudecken, ist es auch bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorteilhaft, einen gewissen Vorrat an Gas mit hoher Sauerstoffkonzentration vorzusehen. Die Befüllung der entsprechenden Vorratsbehälter kann in vorteilhafter Weise ebenfalls über die Gaserzeugungseinrichtung erfolgen, indem diese in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung mit einem zusätzlichen Hochdruckauslaß für Gas hoher Sauerstoffkonzentration ausgestattet ist.

Im Zusammenhang mit dem Einsatz von Sauerstoffgewinnungseinheiten ist es möglich, auch nach einer aufgetretenen Dekompression der Druckkabine längere Zeit in einer größeren Flughöhe zu verbleiben und dadurch einen wesentlich niedrigeren Brennstoffverbrauch bzw. eine entsprechend größere Reichweite zu erzielen. Schließlich kann bei dem Verfahren nach der Erfindung in den Fällen, in denen das Atemgas über Trennverfahren aus der Umgebungs- oder Triebwerkszapfluft erzeugt wird, der als Nebenprodukt anfallende Stickstoff zusätzlich genutzt werden. Dieser kann entweder dazu dienen, die entleerten Bereiche der Treibstofftanks zu fluten und damit das Explosionsrisiko herabzusetzen, oder aber durch Nutzung des herrschenden Druckgefälles zwischen dem Gaserzeugungssystem und der Umgebung eine Turbine zu beaufschlagen und auf diese Weise einen Teil der bei der Gaserzeugung aufgewandten Energie zurückzugewinnen.

Nachfolgend soll die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Die Figur zeigt in schematischer Weise den prinzipiellen Aufbau eines Systems für die Versorgung von Besatzung und Passagieren eines mit einer Druckkabine ausgestatteten Verkehrsflugzeuges mit Atemgas im Falle eines auftretenden Druckabfalles in der Kabine.

Die Anordnung besteht aus einer Gaserzeugungseinheit 1, die über einen Gaseinlaß von einem Kompressor 2 sowie einem Kühler 3 mit Umgebungsluft versorgt wird. Die Umgebungsluft kann statt über den Kompressor 2 auch über einen entsprechend ausgebildeten Luft-einlauf, auch als "Ram Air" bezeichnet, verdichtet werden. Anstelle von Umgebungsluft kann aber auch auf Triebwerkszapfluft zurückgegriffen werden, die direkt über den Kühler 3, ohne Kompressor, in die Gaserzeugungseinheit 1 geleitet wird.

Die Gaserzeugungseinheit 1 verfügt über die erforderlichen technischen Einrichtungen, um aus der zugeführten Luft üblicher Zusammensetzung ein Gasgemisch mit erhöhter Sauerstoffkonzentration zu

gewinnen. Dies geschieht entweder nach dem Wirkungsprinzip eines Molekularsiebes oder aber unter Verwendung selektiv permabler Membranmodule, die ein bevorzugtes Trennvermögen für Sauerstoff besitzen. Dieses kann mit Hilfe von sogenannten elektrochemischen Membranen durchgeführt werden, wobei Sauerstoffionen mit Hilfe eines elektrischen Feldes über eine Keramikmembran transportiert werden und auf der anderen Seite wieder entionisiert werden. Ferner ist alternativ auch der Einsatz nach dem Elektrolyseverfahren durchführbar.

Die Gaserzeugungseinheit 1 besitzt neben einem Auslaß 4 für Abgase je einen Niederdruckauslaß 5 für das mit Sauerstoff angereicherte Atemgas und einen Hochdruckauslaß 6 für mit der gleichen Einheit erzeugtes Gas, das praktisch vollständig aus Sauerstoff besteht und das höher verdichtet ist.

Der Hochdruckauslaß 6 ist über einen Sauerstoffmonitor 7 sowie zwei Absperrventile 8 und 9 mit zwei Vorratsbehältern 10 und 11 verbunden, von denen der erstere für die Versorgung der Passagiere und der letztere für die Versorgung der Cockpit-Besatzung vorgesehen ist. Die Versorgung der Cockpit-Besatzung erfolgt bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ausschließlich mit dem in Behälter 11 gespeicherten reinen Sauerstoff, der den Besatzungsmitgliedern über ein Druckreduzierventil 12 sowie Atemmasken 13 zugeführt wird, in denen dieser Sauerstoff auf herkömmliche Weise mit Umgebungsluft vermischt wird oder als reiner Sauerstoff zur Verfügung steht.

Für die Versorgung der Passagiere mit Atemgas ist eine Mischeinheit 14 vorgesehen, die einerseits mit dem Niederdruckauslaß 5 und andererseits, über ein zweites Druckreduzierventil 15, mit dem Vorratsbehälter 10 verbunden ist, der den Sauerstoffvorrat für die Passagiere enthält. Die Mischeinheit 14 ist, ebenso wie die beiden Absperrventile 8 und 9 sowie die Vorratsbehälter 10 und 11 mit einer Kontrolleinheit 16 verbunden, die zugleich die Parameter Druck und Temperatur registriert und die ihrerseits an einen zentralen Bordrechner 17 angeschlossen ist.

Nicht dargestellt in der Figur sind die Einzelheiten eines Flugzeugverteilungsnetzwerkes 18, das über kalibrierte Massenstrombegrenzer sowie Atemmasken für die Passagiere verfügt.

Bereits vor dem Eintritt eines möglichen Druckabfalls, beispielsweise zu Beginn eines Fluges, werden über den Hochdruckauslaß 6 der Gaserzeugungseinheit 1 die beiden Vorratsbehälter 10 und 11 mit hoch verdichtetem, praktisch reinem Sauerstoff befüllt. Die beiden Absperrventile 8 und 9 regeln dabei, von der Kontrolleinheit 16 beaufschlagt, ein sequentielles Befüllen dieser Behälter in der Weise, daß zuerst der Behälter 11 für die Besatzung und erst danach der Behälter 10 für die Passagiere gefüllt wird. Anschließend verbleibt die Gaserzeugungseinheit 1 im Stand-By-Modus.

Bei einem plötzlich eintretenden Abfall des Kabinendruckes wird die Gaserzeugungseinheit 1 sofort

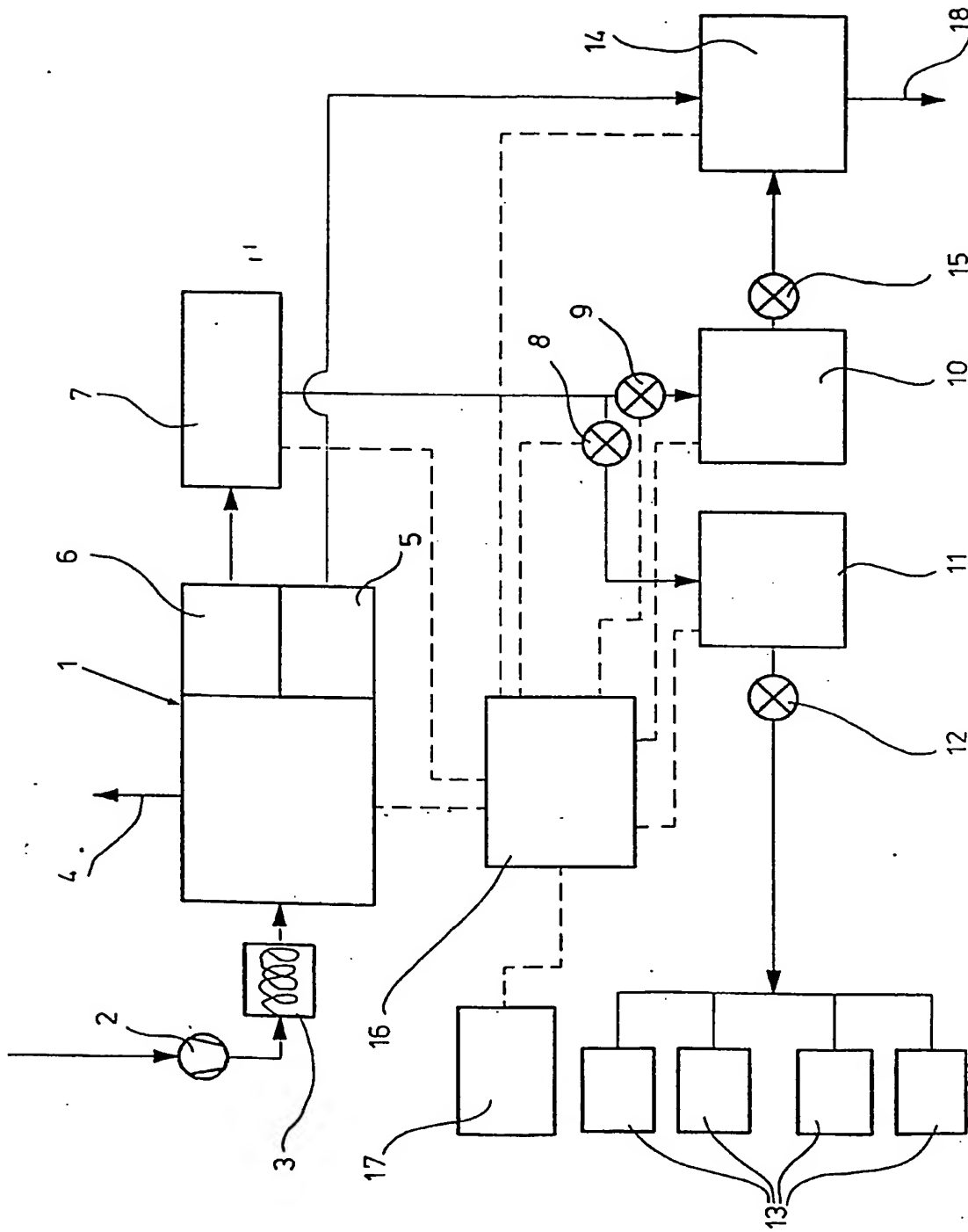
gestartet und versorgt über den Niederdruckauslaß 5 die Mischeinheit 14 mit Atemgas erhöhter Sauerstoffkonzentration. Der Sauerstoffpartialdruck in diesem Atemgas wird dabei über die Kontrolleinheit 16, die die Zufuhr von reinem Sauerstoff aus dem Vorratsbehälter 10 zu diesem Atemgas regelt, auf einen Wert eingestellt, der eine ausreichende Versorgung der Passagiere mit Sauerstoff sicherstellt. Die Höhe des eingestellten Sauerstoffpartialdruckes richtet sich dabei nach der Flughöhe bzw. dem daraus sich ergebenden Kabinendruck. Das Atemgas wird mit konstantem Massenstrom über das Verteilungsnetzwerk 18 zu den Atemmasken für die Passagiere geleitet, in denen keine Zumischung von Umgebungsluft zu diesem Atemgas erfolgt. Die Atemmasken 13 der Cockpit-Besatzung werden über das Druckreduzierventil 12 aus dem Vorratsbehälter 11 mit Sauerstoff versorgt. Der Vorratsbehälter 10 für die Passagiersversorgung stellt dabei in erster Linie einen Puffer dar, der dazu dient, in der Anlaufphase der Gaserzeugungseinheit 1, wenn noch nicht genügend hoch konzentriertes Atemgas am Niederdruckauslaß 5 zur Verfügung steht, die Atemgasversorgung der Passagiere sicherzustellen und auch den Spitzenbedarf an Sauerstoff während der ersten Phase des Notabstieges des Flugzeuges zu decken. Er kann deshalb vergleichsweise klein dimensioniert sein.

Abweichend von der vorangehend beschriebenen Anordnung kann die Erzeugung des Atemgases sowie des hoch vorgespannten Sauerstoffes auf elektrolytischem Wege erfolgen, wobei im Flugzeug mitgeführtes Frischwasser als Ausgangsprodukt dient.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bereitstellung von Atemgas in Not-sauerstoffsystemen für Flugzeuge, insbesondere mit einer Druckkabine ausgestattete Passagierflugzeuge, bei dem über ein bordeigenes Verteilungsnetz sowie daran angeschlossene Atemmasken ein atembares Gasgemisch abgegeben wird, dadurch gekennzeichnet, daß in das Verteilungsnetz (18) ein mit Sauerstoff angereichertes Atemgas eingespeist wird, dessen Sauerstoffpartialdruck in Abhängigkeit vom Kabinendruck geregelt und das den Atemmasken in einem konstanten Massenstrom zugeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gasgemisch an Bord erzeugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich Sauerstoff bevorratet wird, der dem Gasgemisch zugesetzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Gaserzeugung aus der Umgebungsluft erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Gaserzeugung aus Triebwerkszapfluft erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Gaserzeugung mittels eines Molekularsiebes erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Gaserzeugung mit Hilfe selektiver permabler Membranen erfolgt.
8. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Gaserzeugung durch die Elektrolyse von Wasser erfolgt.
9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bestehend aus wenigstens einer vom Kabinendruck beaufschlagbaren Gaserzeugungseinheit sowie einem Verteilungsnetz mit nachgeschalteten Atemmasken, dadurch gekennzeichnet, daß die Gaserzeugungseinheit (1) über wenigstens je einen Niederdruckauslaß (5) für ein mit Sauerstoff angereichertes Gasgemisch sowie einen Hochdruckauslaß (6) für Sauerstoff verfügt und daß beide Auslässe (5,6) mit wenigstens einer Mischeinheit (14) verbunden sind, die von einer Kontrolleinheit (16) zur Regelung der Sauerstoffzufuhr zum Gasgemisch beaufschlagbar ist, wobei die Kontrolleinheit (16) mit einem Sensor zur Erfassung des Kabinendrucks ausgestattet ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochdruckauslaß (6) der Gaserzeugungseinheit (1) mit wenigstens einem Vorratsbehälter (10,11) zur Aufnahme von Sauerstoffgas verbunden ist.





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 96 11 4162

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X Y	EP 0 364 283 A (BOEING CO) 18.April 1990 * Spalte 4, Zeile 40 - Spalte 5, Zeile 37 * * Spalte 6, Zeile 12 - Zeile 22 * * Spalte 10, Zeile 12 - Zeile 40 * * Spalte 11, Zeile 13 - Zeile 25 * * Abbildungen 1-3 * ---	1-4 6-8	B64D11/00 B64D13/00 A62B7/14
Y A	US 5 069 692 A (GRENNAN ROBERT ET AL) 3.Dezember 1991 * Spalte 3, Zeile 28 - Spalte 4, Zeile 11 * * Spalte 4, Zeile 25 - Zeile 41 * ---	6,7 9,10	
Y A	US 3 664 359 A (DOUNOUCOS ANGELO ET AL) 23.Mai 1972 * Spalte 2, Zeile 12 - Zeile 50 * * Abbildung 1 * ---	8 1,7,9,10	
X	US 3 593 735 A (REIHER MAX A W) 20.Juli 1971 * Zusammenfassung * * Spalte 1, Absatz 1 * * Spalte 2, Zeile 20 - Zeile 43 * * Spalte 3, Absatz 1 * * Anspruch 1 * * Abbildung 1 * ---	9,10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)  B64D A62B
A	GB 2 240 722 A (NORMALAIR GARRETT) 14.August 1991 * Seite 9, Absatz 4 - Seite 12, Absatz 2 * * Abbildung 1 * -----	1,4-6,9, 10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>5.Februar 1997</b>	Prüfer <b>Estrela y Calpe, J</b>
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur  T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument  A : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 01.82 (P0403)